

公開特許公報

昭53—49953

⑤Int. Cl.² 識別記号 ⑥日本分類 庁内整理番号 ③公開 昭和53年(1978)5月6日
 H 01 L 21/30 99(5) C 3 7113—57
 G 03 F 1/00 116 A 43 7447—27 発明の数 1
 審査請求 未請求

(全 4 頁)

④軟X線転写マスク

⑦発明者 竹本一八男

①特 願 昭51—123807

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
 地 株式会社日立製作所中央研
 究所内

②出 願 昭51(1976)10月18日

⑧出 願 人 株式会社日立製作所

②発明者 宮崎勝

東京都千代田区丸の内一丁目5
 番1号

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
 地 株式会社日立製作所中央研
 究所内

⑨代理人 弁理士 薄田利幸

明 細 書

発明の名称 軟X線転写マスク

特許請求の範囲

1. Si 薄膜とこれを支えるSi補強枠と、前記Si薄膜の一主平面上に設けた吸収体パターンを主体とする軟X線転写マスクにおいて、上記吸収体パターンのある面と反対側の裏面に高濃度のボロン拡散層を設けたことを特徴とする軟X線転写マスク。

発明の詳細な説明

本発明は軟X線を用いて微細パターンをSiウェーハなどの基板に転写するマスクに関するものである。

半導体工業の進展に相まって、半導体素子の微細化によって高密度集積化が積極的に進められている。この中でホトリソグラフィの技術は微細化の重要な手段になっているが、現状ではすでに技術限界に達している。これは光の波長限界によって決まる本質的なことで、光ではミクロン以下のパターンを含む図形を再現性よく転写することは

できない。そこで、最近になって、光に比べて極めて波長の短い軟X線を用いるX線リソグラフィに注目が集まっている。X線リソグラフィ用マスクは第1図のようにX線を透過する基板1上にX線を吸収するパターン3を形成した構造であり、たとえば8.3Åの波長(A_LのK α 線)を用いる場合、マスクの基板1としてSi薄膜が、吸収材3としてAu膜が用いられる。このマスクを製作する方法は、たとえば特開昭49-59575によって示されている。ミクロン以下の微細パターンを再現性よく転写するためには、このマスクに要求される事柄はマスク基板の平坦性と均一性が良いこと、温度による変形が少ないこと、機械的強度があることなどであるが、Si薄膜を用いたマスクはこれらの条件をほぼ満たしているので有力視されている。

従来のSi薄膜を用いたマスクは通常つぎのように製作している。nまたはp形Siの(100)面ウェーハの表面へ高濃度のボロン拡散をしてp⁺層を形成し、この表面にAuを約0.5μmつけて

辺を補強リングとして残して中央部をエチレンジアミンとピロカテコールとからなるエッチング液でエッチングする。このエッチング液は極めて濃度依存性が強く、約 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上の p^+ 層でエッチングが止まるため、約 $3 \mu\text{m}$ の Si 薄膜を均一に与えることができる。また Si より共有結合半径の小さいボロンを用いるため膜に張力が与えられ平坦性のよいものがえられる。

従来技術の欠点をあげると、ボロンの濃度分布は表面から漸次減少している（第3図のA）ため Si 膜内の張力分布は一定しておらず、エピタキシャル層で作ったものと比べ膜の強度がたりなかった。拡散後の熱酸化処理でボロンが酸化膜へ拡散するため再分布が起き、しばしば張力不足によってシワが発生することがあった、などである。

本発明はこれらの欠点を解決するために成されたもので、Si 薄膜の最適化をはかり機械的強度の強いマスクを提供することにある。

本発明はあらかじめ吸収体パターン形成前に透

3

された約 $3 \mu\text{m}$ の Si 薄膜9を形成する。このエッチングはエチレンジアミン 45 cc、ピロカテコール 9 g と水 24 g からなるエッチング液を 115°C に保ち、Si ウェーハは液中へ直接入れておこなっている。つぎによく洗浄したあと、前記した拡散と同様の方法で裏面へボロンを拡散し、 p^+ 層11を形成する。これによって Si 薄膜9のボロンの不純物濃度分布はほぼ平坦なものとなる。この関係は第3図のボロンの不純物濃度分布で示されている。最初、表面からの拡散によって、ほぼ補償差関数によるAの分布がえられる。Si を裏面からエッチングすると、約 $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度でエッチストップするため、同図の厚さmの Si 薄膜がえられる。つぎに Si 薄膜の裏面から再びボロンを拡散すると、Bに示す分布で拡散がおこなわれ、Si 薄膜内のボロン分布はAとBの和のほぼ均一なCのような分布がえられる。Cの分布は裏面の拡散条件で任意に与えられる利点がある。本発明のマスク製造工程は、つづいてCrとAuをそれぞれ500Å、5000Åの厚さ蒸着し、

5

通常の Si 薄膜を形成し、この Si 薄膜の裏面から適当な張力を与えることにより拡散層を形成し、この基板を用いて Si 薄膜の表面に所望のパターンを形成することを特徴としている。実験によれば周囲を補強した Si 薄膜の基板は一連の製作工程で適切なホルダや治具を用いると、通常の Si ウェーハプロセスと同じように取扱えることがわかった。

以下、本発明の詳細を実施例によって説明する。

第2図は本発明による一実施例を示す軟X線転写マスクの製造工程の流れを示す図である。同図によって本発明の製造方法を説明すれば、1) 比抵抗数 2 cm の n または p 形の (100) 面の Si ウェーハ4の裏面を SiO_2 膜7で覆って表面へボロンを熱拡散する。拡散は 1050°C で16時間おこない約 $6 \mu\text{m}$ の深さの p^+ 層5を得る。このあとウェーハの表面を2000Åの SiO_2 膜6で覆いエッチング用マスクとする。2) 裏面側の SiO_2 膜7を周辺にリング状に残して、中央部の Si 10を前記したエッチング液で除き、Si リング8で補強

4

電子線用レジスト（例えばPMMA）をスピナ塗布し、電子線描画装置により Si ICなどの所望のパターンを電子線レジストに描画して、不用なレジストを現像除去し、レジストをマスクにしてイオンミリングによりAu、Cr層を除去して吸収体パターンつきマスクをつくる。この場合 Si 薄膜をもつウェーハのスピナ塗布は、ウェーハの周辺を真空チェックする方法で従来と同様、作業することができる。またイオンミリングでは放熱用銅製ホルダを下へ置きレジストのだれを防いでいる。

本発明によるマスクでえられた特徴および効果は、① Si 薄膜内のボロン濃度がほぼ均一になり、膜の強度は従来より2～3倍強くなった、② 補強リング8と Si 薄膜9のつけ根（第2図のM）はもともと機械的に弱い構造であるが、従来は濃度が急変しているため、不均一な張力により、ショックなどに弱かったが、本発明の如くこの部分に p^+ 層を形成することで丈夫にすることができた、③ エチレンジアミン系の Si のエッチング液は金

6

属(Cr, Tiなど)をわずかながら腐蝕するためマスクパターンに液が触れぬようにする必要があるが、このエッチングは高温であり、かつシリコンゴムなどのシール材をアタックするため十分な治具、方法がなかった。しかし本発明の方法では、エッチング時にまだパターンが付着していないので、Siウェーハを単に浸漬するのみでエッチングでき、特に工夫をこらした治具は不用でバッチ処理ができコスト低減と歩留り向上に寄与した、④従来は張力不足で膜にシワが発生することがあり、パターンを付着してから良否の判定をするため不良マスクが多くできたが、本発明ではSi薄膜の形成時にシワがあっても裏面からの拡散によってピンと張らせることが可能になり不良品がほとんどでなくなった。また良品のウェーハのみをパターン形成すればよくマスク製作のコストの低下へ大きく寄与することができた。

本発明の実施例ではSi薄膜を形成したあとのボロンの拡散を裏面におこなうことで説明してきたが、裏面と表面へ再拡散した場合でも同様な効

7

果がえられる。また拡散不純物としてはボロンを用いた例を述べたが、明は拡散層に張力がえられる不純物(たとえばリン)を用いた場合にも同様な効果を与えている。

以上、本発明を実施例によって述べたが、本発明の趣旨は、X線転写用マスクの基板として用いるSi薄膜をあらかじめパターン形成前に用意してSi薄膜の張力改善、強度最適化のために、Si薄膜に拡散層を設けて丈夫な基板としたことにあり、このSi薄膜の基板へAuなどの吸収体をパターンニングしたマスクを本発明の特徴としている。

Si薄膜の形成方法をボロン拡散によるp⁺層とエチレンジアミン系のエッチングのみで述べてきたが、この他の方法でえられた、Si薄膜を用いて、上述したと同様な熱処理を施せば、同様な効果がえられることを附言する。

図面の簡単な説明

第1図は軟X線転写用マスクの構成図、第2図は本発明によるマスクの製造工程を示す図、第3

8

図はSi基板中のボロンの不純物濃度分布を示す図で本発明の効果を説明する図である。

4 : nまたはp形の(100)面Siウェーハ

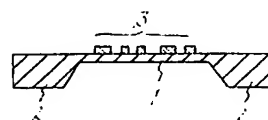
5 : 11 : p⁺層

13 : 吸収体パターン

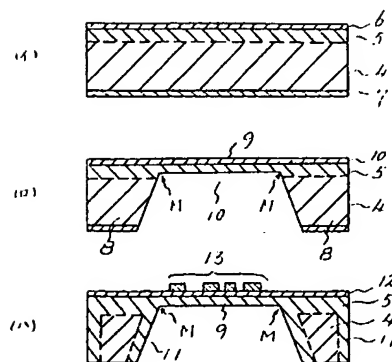
9 : Si薄膜

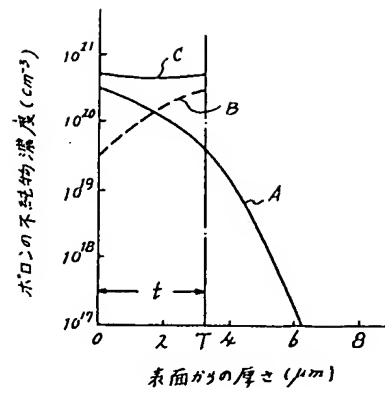
代理人弁理士 薄田利幸

第1図



第2図





BEST AVAILABLE COPY